



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Završni rad:

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA KROKODILA
(red Crocodylia)

BIOLOGY AND ECOLOGY OF CROCODILES
(order Crocodylia)

Paula Dvorski

Preddiplomski studij biologije

(Undergraduate Study of Biology)

Mentor: prof. Milorad Mrakovčić

Zagreb, 2009.

Sadržaj

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | UVOD | 3 |
| 2. | ZAŠTO GMAZOVI? | 4 |
| 3. | FILOGENETSKA VEZA S DINOSAURIMA I EVOLUCIJA KROKODILA | 5 |
| 4. | ZAŠTO SU KROKODILI PREŽIVJELI VELIKO IZUMIRANJE? | 7 |
| 5. | ANATOMSKE OSOBINE | 8 |
| 5.1. | KOŽA | 8 |
| 5.2. | MIŠIĆNI SUSTAV | 9 |
| 5.3. | SKELET I POKRETLJIVOST | 10 |
| 5.4. | MOZAK I OSJETILA | 11 |
| 5.4.1. | Vid | 11 |
| 5.4.2. | Njuh | 12 |
| 5.4.3. | Sluh | 12 |
| 5.5. | ČELJUST I ZUBI | 12 |
| 5.6. | PROBAVNI SUSTAV | 13 |
| 5.7. | KRVOTOK | 14 |
| 5.8. | TERMOREGULACIJA | 16 |
| 5.9. | DISANJE | 16 |
| 5.10. | MOKRAĆNI I SPOLNI SUSTAV | 17 |
| 6. | RAZMNOŽAVANJE | 18 |
| 6.1. | ZANIMLJIVI PRIMJERI GRADNJE GNIJEZDA: | 19 |
| 6.2. | BRIGA O MLADIMA: | 20 |
| 7. | PREDATORSTVO | 20 |
| 8. | PONAŠANJE | 21 |
| 9. | STANIŠTE I PREHRANA | 22 |

| | | |
|---------|------------------------------|----|
| 10. | SISTEMATIKA | 23 |
| 10.1. | POPIS VRSTA: | 23 |
| 10.2. | PREGLED PORODICA: | 24 |
| 10.2.1. | Porodica Alligatoridae | 24 |
| 10.2.2. | Porodica Crocodylidae | 25 |
| 10.2.3. | Porodica Gavialidae | 25 |
| 11. | UGROŽENOST | 26 |
| 12. | POPIS LITERATURE | 27 |
| 13. | SAŽETAK | 28 |
| 14. | SUMMARY | 29 |

1. UVOD

Krokodili, aligatori, kajmani, gavijali i lažni gavijali čine red *Crocodylia*, koji je preživio još od razdoblja mezozoika. Danas sistematika krokodila uključuje tri porodice: *Alligatoridae*, *Gavialidae* i *Crocodylidae*, koje je najlakše prepoznati po građi njuške.

Povijest ove skupine izrazito je zanimljiva ponajviše zato što krokodili predstavljaju najstariju skupinu kralješnjaka. To su životinje koje su nekada živjele s dinosaurima. Međutim, nije to jedini razlog njihove zanimljivosti. Oni su razvili mnogo anatomskih specifičnosti zbog kojih su zanimljivi svakom biologu, kao što su primjerice sekundarno nepce ili pak tri tipa optoka krvi moguća zbog specifične građe srca. Zanimljivo je i njihovo ponašanje, posebice briga za mlade, koja uključuje gradnju gnijezda, glasanje, te zaštitu od predatora.

Krokodili su majstori predatorstva. Njihovo snažno tijelo, velike čeljusti, šiljasti zubi, savršena kamuflaža, veličina, čine ih potencijalno opasnima za gotovo sve ostale skupine životinja. Međutim, i oni su ugroženi. Za krokodile najveću prijetnju predstavlja čovjek, koji upotrebljava njihovo meso i kožu u komercijalne svrhe. Izlov smanjuje brojnost populacija i ozbiljno narušava njihovu prirodnu ravnotežu.

Naseljavaju pretežno tropska i suptropska područja Zemlje, a staništa su im najčešće vlažna mjesta poput močvara, jezera, rijeka, iako neki mogu živjeti i u slanoj vodi.

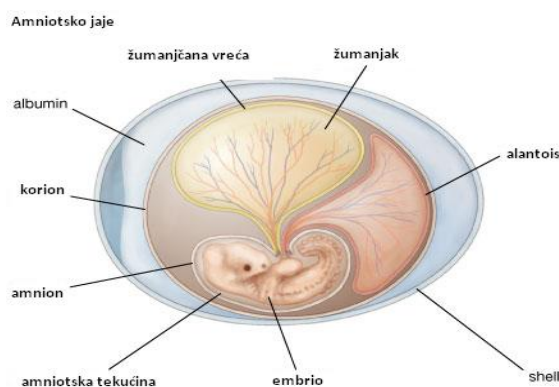
Cilj je ovog teksta približiti čitatelju svijet ovih velikih gmazova, te pokazati koliko su ove životinje zapravo vrijedne kako zbog svoje starosti tako i zbog anatomije.

2. ZAŠTO GMAZOVI?

Prva stvar koju je potrebno spomenuti jest položaj krokodila u klasifikaciji životinja. Oni su kao red *Crocodylia* svrstani unutar razreda *Reptilia* (gmazovi). Zaključak proizlazi iz molekularnih istraživanja, komparativne anatomije, te isto tako praćenja evolucije pomoću fosilnih ostataka.

Isto tako potrebno je spomenuti da u evolucijskom stablu gmazovi ne čine vertikalnu razvojnu liniju, već više horizontalnu vrpcu u evolucijskom grmu, kao skupina koja se pojavljuje nakon vodozemaca, ali prije ptica i sisavaca. Od jedne velike skupine iz povijesti, danas su preostale samo četiri moderne grupe: kornjače, krokodili, ljuskaši i premosnici.

Gmazovi su bili prve životinje koje su u potpunosti napustile akvatički način života i prešle na kopno. Da bi se to dogodilo morale su se razviti neke specifične karakteristike koje su značajne za sve kopnene tetrapode. Tri osnovne su: građa epiderme (ona postaje deblja, nepropusnija kako bi se spriječio gubitak vode), razmnožavanje kopulativnim organima (unutrašnja oplodnja), te razvoj amniotskog jajeta (jaje koje sadrži tri zametne ovojnice: amnion, alantois i korion. (sl. 1) Amnion je ispunjen tekućinom i štiti zametak, alantois je respiratorni organ i sadrži otpadne produkte, dok je korion vanjska zaštitna membrana). Krokodili sadrže sve ove karakteristike pa ih to, uz anatomske sličnosti (od kojih je najvažnija diapsidna lubanja) svrstava u razred gmazova zajedno sa zmijama, gušterima i kornjačama. Iako, kada je o krokodilima riječ, postoje brojne specifičnosti u građi koje su se razvile kao prilagodbe na semiakvatički način života, ali i život vrsnih predatora.

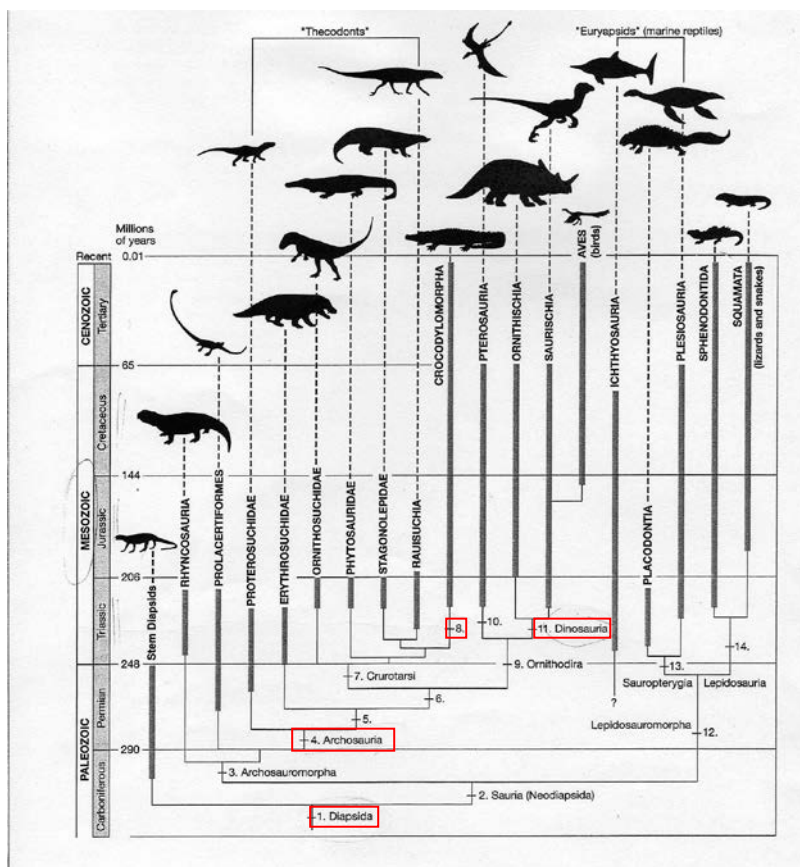


Slika 1. Amniotsko jaje

(www.britannica.com/.../117746/Amniotic-egg)

3. FILOGENETSKA VEZA S DINOSAURIMA I EVOLUCIJA KROKODILA

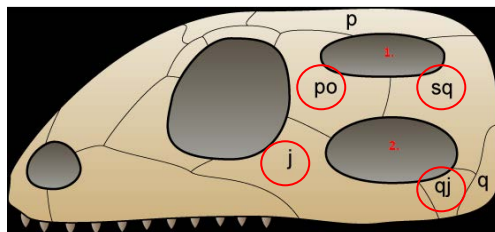
Krokodile, dakle, kao red svrstavamo u razred *Reptilia* (gmazovi). Stoga i samu evoluciju krokodila možemo pratiti još od ere mezozoik, koju nazivamo i 'doba gmazova'. Upravo je to bilo vrijeme kada gmazovi doživljavaju najveću evoluciju, te se pojavljuju u brojnim formama. Najpoznatija forma iz tog doba su, dakako, veliki gmazovi; dinosauri. Međutim, ove su impresivne životinje izumrle već u kredi. Ali krokodili, ništa manje impresivni (kako veličinom i oblikom, tako i prilagodbama), koji se u evolucijskom stablu pojavljuju u isto vrijeme kao i dinosauri, žive i danas. (sl. 2) Iz slike se može iščitati filogenetska veza ovih velikih gmazova, a upravo srodnost krokodila sa dinosaurima, čini ih iznimno zanimljivom skupinom (s obzirom da znanstvenici vjeruju da se proučavanjem krokodila mogu donijeti zaključci o tome kakva je bila biologija, ali i ponašanje dinosaura).



Slika 2. Filogenetski odnosi krokodila i dinosaura (pod brojem 8. – Crocodylomorpha)

(Pough (2004.): Vertebrata Life)

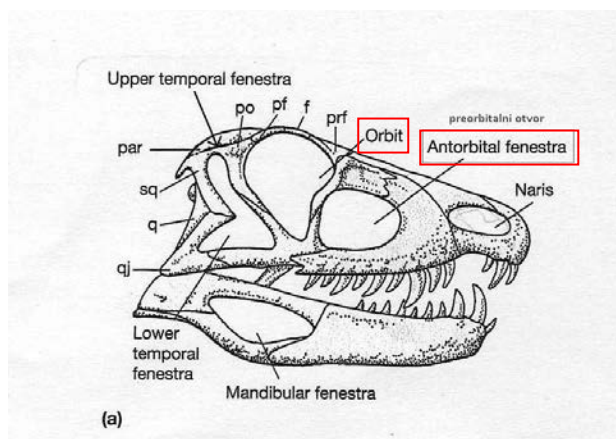
Ova filogenetska veza proizlazi najprije iz građe lubanje. Obje su skupine svrstane u Diapsida, što znači da imaju dva temporalna otvora lubanje. Gornji temporalni luk građe ossa squamosa i postorbitale, a donji temporalni luk čine ossa jugale i quadratojugale. (sl. 3) Ova karakteristika povezuje krokodile i sa ostalim pripadnicima razreda gmazovi (iako evolucijski kasnije dolazi do modifikacija općeg oblika lubanje s obzirom na način života).



Slika 3. Diapsidna lubanja (1. gornji temporalni otvor, 2. donji temporalni otvor)

(commons.wikimedia.org)

Nadalje, krokodile u evoluciji povezujemo s dinosaurima i preko skupine *Archosauromorpha*, tj. podrazreda *Archosauria*. Ovu skupinu dodatno obilježava postojanje preorbitalnog otvora, očna šupljina oblika obrnuto postavljenog trokuta, te bočno postavljeni zubi. (sl. 4)



Slika 4. Lubanja Archosauria; preorbitalni otvor – dodatna struktura

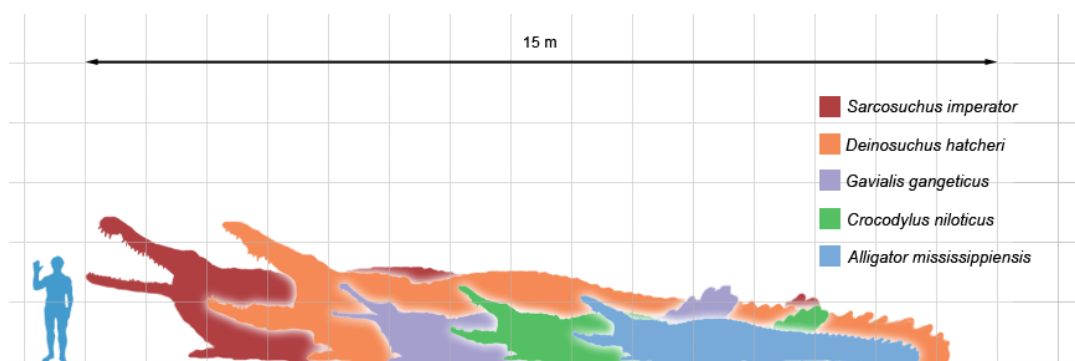
(Pough (2004.): Vertebrata Life)

Prvi pravi krokodili pojavili su se u trijazu prije oko 240 milijuna godina. Iako su, što se tiče osnovnih karakteristika, slični ostalim *Archosauria*, ipak se javljaju neke promjene u

građi lubanje. To se prvenstveno odnosi na postojanje sekundarnog nepca, čiji se razvitak može pratiti još od krokodila mezozoika, pa do modernih formi.

Prvi krokodili bili su vitke životinje, veličine mačke i bili su terestrički. Ta je tvrdnja potkrijepljena činjenicom da se današnji krokodili, iako su semiakvatički, mogu vrlo efikasno kretati i kopnom.

Razdoblje krede bilo je vrhunac napretka krokodila. Nastupilo je razdoblje toplije klime, što je pogodovalo i povećanju raznolikosti i povećanju veličine tijela. Pojavljuju se oblici poput *Deinosuchusa*, čija je lubanja bila dugačka oko 2m, i *Purussaurus* s lubanjom do 1.5m. Ako su proporcije tadašnjih krokodila bile jednake kao u današnjih, ove su životinje bile duge 11-13m. (sl. 5)



Slika 5. Odnos veličina nekadašnjih krokodila i krokodila danas, te u odnosu na čovjeka

(<http://commons.wikimedia.org>)

4. ZAŠTO SU KROKODILI PREŽIVJELI VELIKO IZUMIRANJE?

Dakle, u razdoblju mezozoika krokodili i dinosauri živjeli su zajedno. Međutim, razdoblje prijelaza iz trijasa u kredu obilježile su velike ekološke promjene čiji su uzroci još uvijek nejasni (najšire prihvaćena je Alvarezova teorija o padu meteora). U tom razdoblju izumire najveći broj tadašnjih gmazova, ali krokodili i kornjače preživljavaju bez neke velike promjene u brojnosti.

Do velikog izumiranja dovele su prehrambene navike. Izumire biljni svijet na kopnu, s njime i herbivori, a zatim i karnivori koji se hrane tim herbivorima. U morima izumiru

populacije riba kojima su se hranili *Ichthiosauria*, a to dovodi do njihove ekstinkcije. Krokodili su, što se prehrane tiče, puno veći oportunisti, pa promjena faune nije toliko snažno utjecala na njih.

U izumiranju veliku ulogu možda su imale i klimatske promjene. Vjerojatno je da su krokodili i kornjače to mogli preživjeti hibernacijom (što neki od njih još i danas rade; npr. *Alligator mississippiensis*, američki aligator). Problem teorije bila je činjenica da se spol krokodila određuje ovisno o tome kakva je temperatura kad su u jajetu. Postavilo se stoga pitanje kako su oni preživjeli zahlađenje kad bi takav pad temperature koji je konstantan uzrokovao nastajanje samo jednog spola. Današnja istraživanja pokazuju da su krokodili jako dobro prilagođeni, tako da oni mogu pomno odabrati mjesto polaganja jaja, a nakon toga mogu održavati temperaturu gnijezda dodavanjem trule vegetacije. Ovo također dokazuje da je krokodilima upravo njihov način života omogućio preživljavanje, za razliku od puno manje prilagodljivih dinosaura.

5. ANATOMSKE OSOBINE

Anatomske osobine krokodila prilagođene su njihovom načinu života (semiakvatički), te predatorstvu. Najvećim dijelom anatomija krokodila odgovara anatomiji gmazova kao skupine, ali javljaju se i neke specifične osobine koje će biti istaknute u daljnjem tekstu, a koje ovu skupinu čine iznimno zanimljivom.

Tijelo krokodila dorzoventralno je spljošteno, dok im je rep bočno spljošten i najčešće im služi kao kormilo prilikom plivanja ili ronjenja. Veličina današnjih krokodila ovisno o vrsti i starosti može varirati od 1-7m.

5.1. KOŽA

Koža je vrlo bitan organ za sve životinje. Ona čini barijeru između unutrašnjosti tijela (organa) i vanjskog okoliša. Isto je tako koža bitna i za krokodile, a građena je tako da spriječi isušivanje i pruži zaštitu. Ona je suha i nepropusna, sa malim brojem žlijezda. Sastavljena je od donjeg dijela: usmine ili dermisa koji je važan jer sadrži pigmentne stanice, te od gornjeg

sloja: pousmine ili epidermisa. Pousmina se sastoji od tri sloja: kličnog ili Malpigijevog sloja (stratum germinativum), zrnatog sloja (stratum granulosum) i rožnatog sloja (stratum corneum). Rožnati sloj se može modificirati, pa nastaju različite bodlje i rožnate ploče koje čine površinu tijela krokodila neravnom. Također je važan i Malpigijev sloj koji luči keratin koji na površini stvara ljuske. Te su ljuske vrlo varijabilne po obliku i veličini na različitim dijelovima tijela. Upravo se zbog njih vrlo često krokodilska koža upotrebljava u komercijalne svrhe, nažalost iz krivih razloga. Gornji rožnati sloj s vremena na vrijeme otpada s površine i biva zamijenjen novim. Kod krokodila se to događa postupno, a ne istovremeno kao kod zmija koje odbace čitav jedan sloj prilikom presvlačenja.

Krokodili su vrlo rezistentne životinje, a tu veliku otpornost pružaju im osteodermi. Osteodermi su koštane ljuske koje se nalaze u dermisu. Nalazimo ih na leđima, ali kod mnogih su vrsta krokodila prisutni i ventralno. Oni pružaju dobru zaštitu, a s obzirom da sadrže puno krvnih žila vrlo su značajni i za termoregulaciju; omogućuju bolji prolaz topline iz okoliša u tijelo. Razlikuju se veličinom od vrste do vrste. Također, u slučaju oskudice hrane, osteodermi služe kao spremišta kalcija koji se koristi za stvaranje ljuske jajeta.

Što se obojenosti tiče, kod krokodila je ona kriptička, ali njima ne služi kao zaštita, već kao kamuflaža kada love plijen. Tako da je krokodila teško zamijetiti kada on miruje.

5.2. MIŠIĆNI SUSTAV

Prvobitni mišićni raspored je kolutičav, ali takva se organizacija zadržala samo u repu kod modernih krokodila.

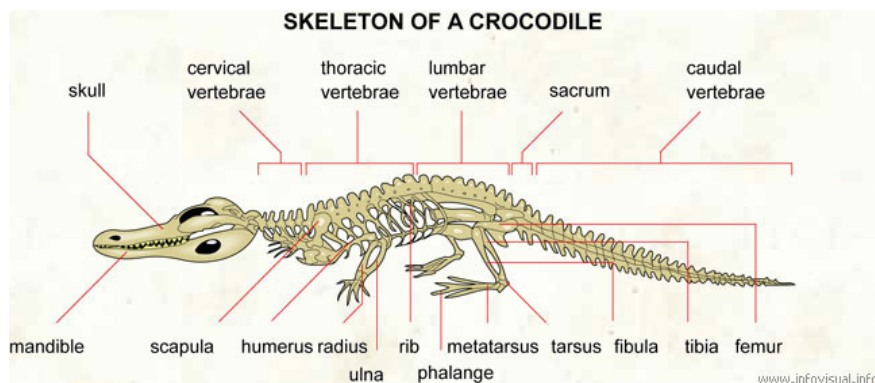
U trupu se može naći nekoliko glavnih mišića koji su značajni za sve skupine gmazova. To su ravni trbušni mišić (musculus rectus abdominalia), vanjski i unutarnji kosi mišić (m. obliquus externus et internus), prsni mišić (m. pectoralis), vanjski i unutarnji međurebreni mišić (m. intercostalis externus et internus), te široki leđni mišić (m. latissimus dorsi). Od prsa prema vratu pruža se trapezni mišić (m. trapezius).

Što se mišićnog sustava tiče, zanimljiv je mišić otvarač čeljusti (musculus depressor mandibulae). Ovaj mišić je kod krokodila vrlo kratak i slabih mehaničkih mogućnosti. Stoga je sam proces otvaranja čeljusti spor i slab, tako da čovjek lako može držati krokodilova usta

zatvorena. Suprotno, mišić zatvarač čeljusti vrlo je snažan. Postoji podatak da kad krokodil jednom otvori usta, snaga kojom zatvori čeljust ekvivalentna je 13 tona (Alderton, 1998.), a ta je snaga dovoljna da krokodil ugrizom razbije oklop kornjače.

5.3. *SKELET I POKRETLJIVOST*

Kostur krokodila je građen na način da se pospješi kretanje. (sl. 6) Prvi vratni kralješci su modificirani u forme atlas (nosač) i axis (obrtač) što omogućuje bolje pokretanje glave. Kralješci su procelni što znači da je prednja strana kralješka udubljena, a stražnja je izbočena. Osim toga dodatne zglobne izbočine i udubine daju veću čvrstoću i bolju artikulaciju kralješaka. Na torakalne kralješke vezana su rebra koja se s ventralne strane vežu na sternum (prsna kost). Kod krokodila su prisutna i trbušna rebra (gastralia). Udovi su položeni s bočnih strana tijela. Kostí humerus i femur su u položaju abdukcije, dok su ulna i radius te tibia i fibula okrenute prema iza, a dlanovi i stopala okrenuti su prema van.



Slika 6. Kostur krokodila

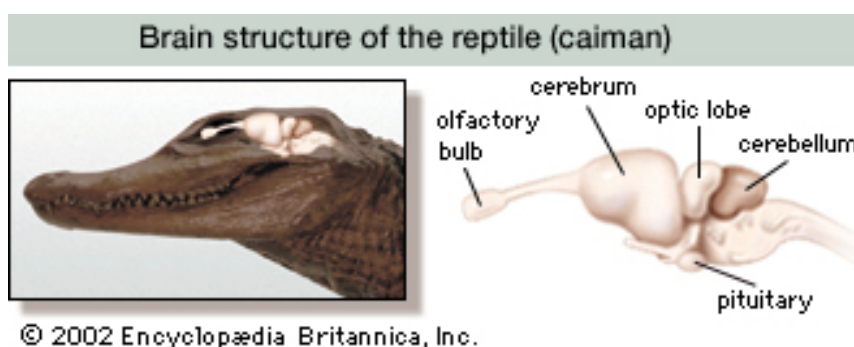
(www.infovisual.info/02/023_en.html)

U vodi se krokodili kreću uz pomoć snažnog repa koji pokreću s jedne na drugu stranu u obliku slova "S". Takav oblik kretanja naziva se lateralna undulacija. Kretanje na kopnu je prilično nespretno, ali ipak učinkovito. Kada love plijen krokodili mogu na kopnu postići brzinu i do 18km/h. (Alderton, 1998.)

5.4. MOZAK I OSJETILA

Mozak je smješten relativno visoko u udubini lubanje gdje je redovito zagrijavan, te isto tako dobro zaštićen. Težina mozga je najčešće samo 1% tjelesne mase.

Mozak je sastavljen od mirisnih režnjeva (lobi olfactorii), prednjeg mozga (telencephalon), međumozga (diencephalon), srednjeg mozga (mesencephalon) sa vidnim režnjevima (lobi opticii), stražnjeg mozga (metencephalon), primozga (medulla oblongata) i leđne moždine (medulla spinalis). (sl. 7)



Slika 7. Mozak kajmana

(www.britannica.com)

Prednji mozak najvećim dijelom prima potencijale iz olfaktornih regija pa je bitan za primanje slušnih, vizualnih i drugih osjetilnih podražaja. U prednjem mozgu definiraju se i neki od oblika ponašanja, iako regulacija ponašanja nije lokalizirana na samo jedan dio mozga. Srednji mozak bitan je za primanje vidnih i drugih podražaja, a važnu ulogu ima i u upravljanju pokretima.

5.4.1. Vid

Oči su vrlo bitni organi, posebno za predatorstvo. One su smještene visoko na glavi tako da su uvijek iznad površine vode kada je krokodil u vodi. Vid krokodila je binokularan, što je moguće jer su im oči smještene vrlo blizu. S obzirom da su krokodili često aktivni noću, zjenica je vertikalno položena, što omogućuje da maksimalno iskoriste dostupnu svjetlost. Osim toga, za poboljšanje vida noću, imaju i reflektirajući sloj (tapetum lucidum). Retina je građena od štapića i čunjića, pa krokodili vide u boji. Bitno je da površina oka stalno bude

vlažna, a to omogućuju suzne i Harderijanove žlijezde. Osim kapaka imaju i migavicu – membranu koja služi zaštiti oka.

5.4.2. Njuh

Osjetilo njuha kod krokodila je bitno kada je vid oslabljen. Istančanosti njuha pridonose velike olfaktorne regije u mozgu. Uz njuh vežemo i poseban Jacobsonov organ. On se nalazi u ustima i služi detekciji molekula mirisa. Gotovo je direktno spojen sa mozgom. Iz ovog organa proizlazi pretpostavka da su prvi krokodili bili kopnene životinje, s obzirom da se dobro razvijen njuh i olfaktorne regije povezuju više sa kopnenim gmazovima.

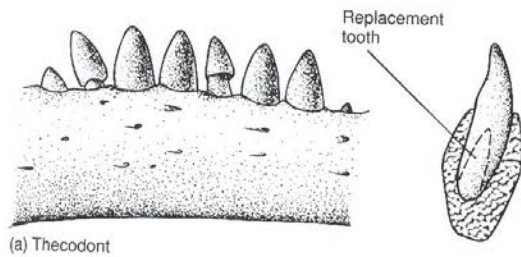
5.4.3. Sluh

Sluh krokodila je oštar. Uši se nalaze visoko na glavi ispod krova lubanje. Prekrivene su kožnim prevlakama koje hermetički zatvaraju uši kada su ispod vode. Krokodili su osjetljivi na veliki raspon frekvencija, tako da čuju i mlade koji ih dozivaju iz jajeta.

5.5. ČELJUST I ZUBI

Lubanja krokodila je kompaktna i jedini pokretni dio je donja čeljust. Način uzglobljenja donje čeljusti je autostilija. Čeljust, a napose njezina pokretljivost, vrlo je važna za život krokodila kao predatora. Spomenuto je da je mišić zatvarač čeljusti vrlo snažan i brz, što omogućuje krokodilima da brzo zgrabe plijen, a nerijetko, zbog snage, već i prvi ugriz biva smrtonosan. (sl. 9)

Osim toga na čeljusti se nalaze zubi. Zubi krokodila su klupčasti s oštrim dijelovima, a svaki od njih leži u svojoj zubnoj alveoli za koju je pričvršćen ligamentima. Takav tip zuba naziva se tekodontni zub. (sl. 8) Zubi konstantno rastu i ispadaju, a sama izmjena događa se alternativno duž čeljusti tako da učinkovitost ugriza ostane ista. Brzina izmjene je velika; npr. nilski krokodil kada dosegne duljinu od 4m ima već četrdesetpeti set zuba. (Alderton, 1998.) Brzina izmjene se smanjuje sa starošću, a kod nekih starih krokodila nakon ispadanja izostane ponovni rast.



Slika 8. Tekodontni zub

(Predavanja za internu upotrebu)



Slika 9. Čeljust krokodila

(www.exzooberance.com/.../crocodile/crocodile.htm)

Što se čeljusti tiče, zanimljive su i ljuske koje se protežu duž čeljusti, a koje imaju male udubine. U njima se nalaze završeci živčanih vlakana, što im zasigurno pomaže pri ulovu plijena.

5.6. *PROBAVNI SUSTAV*

Probavni sustav započinje ustima u kojima kod krokodila nalazimo kratki jezik. Na usta se nastavljaju ždrijelo (pharynx) i jednjak (esophagus). Zatim slijedi želudac (gaster) koji je podijeljen na dva dijela: tijelo želuca (fundus) i pilorički dio koji sadrži žlijezde koje luče probavne enzime. U fundusu nalazimo gastrolite. To je kamenje koje krokodil pojede, a koje vjerojatno pripomaže probavi, iako neki izvori tvrde da možda ima ulogu u održavanju tijela na površini vode. Ako nije dostupno kamenje, krokodil će progutati bilo što (čak i staklo ili ostatke plastike). Kod mladih ne nalazimo gastrolite, vjerojatno zato što se mladi pretežito hrane beskralješnjacima za čiju im probavu oni nisu potrebni. Na želudac se nastavlja tanko crijevo (intestinum tenue), koje je vrlo kratko i sadrži naborani epitel (Lieberkūnovе kriptе). Nakon njega slijedi debelo crijevo (colon), od kojeg se odvaja neparno slijepo crijevo (coecum). Debelo se crijevo otvara u coprodeumu kao dijelu nečisnice (cloaca). Ona se sastoji još od urodeuma u koji se otvaraju mokraćni i spolni sustav, te od proctodeuma u koji se otvaraju coprodeum i urodeum.

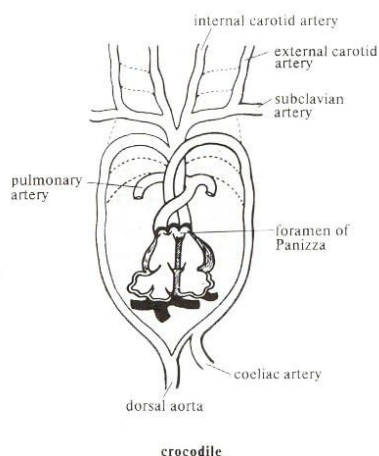
Probavni sokovi krokodila su izrazito kiseli, pH čak ispod 2. Ovakvo je zakiseljavanje u direktnoj vezi sa optokom krvi koje će biti objašnjeno u poglavlju o krvotoku.

Duljina probave hrane iznosi najmanje jedan dan, ali to vrijeme ovisi i o temperaturi okoliša. Zanimljivo je da kada je želudac pun, hrana koja naknadno dođe može biti pohranjena i u jednjaku. Energija dobivena iz hrane se u tijelu krokodila pohranjuje u obliku masti, najčešće u stražnjem dijelu i repu, ali i neki mezenterički organi mogu biti spremišta. Upravo im masti kao spremišni oblik energije omogućuju da prežive bez hrane i nekoliko mjeseci, ali isto tako metabolizam masti je sporiji, pa im je usporena i brzina rasta.

Većinu života krokodili su mirne i spore životinje, ali prilikom napada i hranjenja oni mogu postići vrlo velike brzine kretanja. To im omogućuje prelazak na anaerobni metabolizam koji uzrokuje povećanje mliječne kiseline do količine koja bi bila letalna za bilo koji drugi organizam.

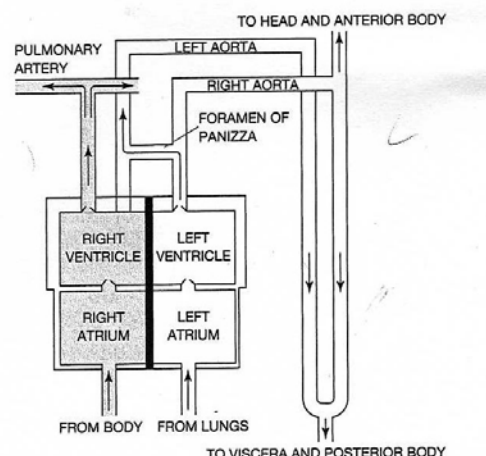
5.7. *KRVOTOK*

Srce je smješteno u osrčju (perikardu). Njegova građa kod krokodila odskakače od pravila u svijetu gmazova. Za razliku od ostalih pripadnika skupine koji imaju trodijelno srce, krokodili imaju četverodijelno srce. Ono je građeno od dvije pretkljetke (atria) i dvije kljetke (ventrikula) čime je gotovo onemogućeno miješanje venske i arterijske krvi, a do djelomičnog miješanja može doći na mjestu zvanom foramen Panizza. To je otvor koji povezuje desni i lijevi aortin luk i kao struktura jedinstven je za krokodile. (sl. 10)



Slika 10. Četverodijelno srce krokodila

(Predavanja za internu upotrebu)



Slika 11. Protok krvi za vrijeme aktivnosti

(Pough (2004.): Vertebrata Life)

Desni aortin luk se otvara u lijevom ventrikulu i prima oksigeniranu krv, dok se lijevi aortin luk i plućna arterija otvaraju u desnom ventrikulu i primaju deoksigeniranu krv.

Način protoka kontroliran je tlakovima između plućnog i sistemskog optoka, a oni se mijenjaju ovisno o aktivnosti životinje. Razlikujemo tri optoka:

- 1.) Kada krokodil miruje ti su tlakovi približno jednaki i tada deoksigenirana krv teče iz desnog ventrikula u lijevi aortin luk i dalje u visceralni prostor. S obzirom da deoksigenirana krv sadrži višak CO_2 , dolazi do nakupljanja H^+ iona. Taj višak se u spomenutom optoku iskorištava za sekreciju HCl-a u trbuh za vrijeme probave. Upravo krvotok omogućuje smanjenje pH želuca, kao što je spomenuto u poglavlju o probavi. Istovremeno krv iz lijevog ventrikula ide u desni aortin luk i u tom optoku teče oksigenirana krv, što je vrlo važno jer taj optok opskrbljuje mozak krvlju, pa na taj način mozak uvijek dobiva dovoljno kisika. U tom obliku optoka kroz foramen Panizza krv uvijek ide iz desnog aortinog luka u lijevi, tako da deoksigenirana krv nikad ne uđe u optok koji vodi prema mozgu.
- 2.) S druge strane, kada je krokodil aktivan, tada je tlak u lijevom ventrikulu veći od tlaka desnog ventrikula. Ta razlika dovodi do povećanja tlaka u lijevom aortinom luku (koji izlazi iz desnog ventrikula), a to povećanje tlaka uzrokuje zatvaranje ventrikularnih zalistaka desnog ventrikula. Time se sprečava ulazak deoksigenirane krvi u lijevi aortin luk i dalje u visceralni prostor, već u lijevi aortin luk prelazi krv iz desnog aortinog luka kroz foramen Panizza. Ta je krv oksigenirana, pa je time postignuto da za vrijeme aktivnosti krokodila kroz oba aortina luka teče oksigenirana krv. (sl. 11)
- 3.) Treći optok događa se kada krokodil roni i zadržava dah. U tom slučaju dogodi se konstrikcija krvnih tjelešaca, što uzrokuje postupni rast tlaka desnog ventrikula da bi se izjednačio s tlakom lijevog ventrikula. Time prestaje protok krvi iz desnog u lijevi aortin luk, i kroz lijevi aortin luk ponovo poteče deoksigenirana krv. Vjerojatno je taj primjer optoka ono što se događa kada se životinja pokušava zagrijati na suncu. Ovo je dokaz da je krvotok vrlo važan čimbenik u termoregulaciji.

5.8. TERMOREGULACIJA

Krokodili su kao i ostali gmazovi poikilotermne životinje stoga uvelike ovise o vanjskim izvorima topline. Voda zbog svojstva specifičnog toplinskog kapaciteta omogućava krokodilima lakše održavanje tjelesne temperature na optimalnoj razini. Krokodili su tako prilagodili svoje ponašanje da maksimalno iskoriste dostupnu toplinu tj. spriječe njezin gubitak. Tako npr. američki aligatori ujutro odlaze na kopno kako bi maksimalno iskoristili sunčevu toplinu, ali s obzirom da tijekom dana sunčevo zračenje postaje sve jače, oni se vraćaju u vodu kako bi spriječili pregrijavanje i održali optimalnu temperaturu. Predvečer ponovo izlaze na kopno kako bi primili preostalo zračenje topline prije ponovnog povratka u vodu gdje će provesti noć. Moguće da je takvo ponašanje posljedica cirkadijalnog ritma.

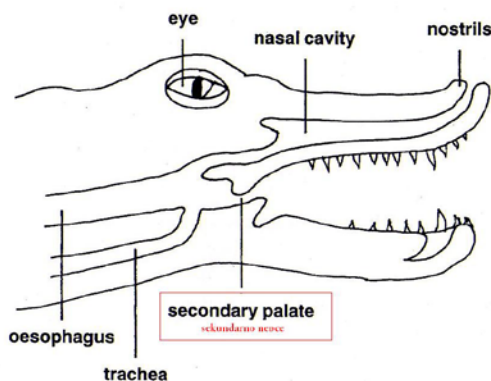
Kineski i američki aligatori obitavaju u područjima gdje se temperatura u zimskom periodu može spustiti ispod temperature smrzavanja. Da bi preživjeli takve uvjete oni iskapaju tunele u zemlji u koje se u takvim uvjetima povlače. Često tuneli dosežu i impresivne duljine od čak 18m. Najčešće u tunelima provode vrijeme od listopada pa do ožujka. U slučaju da se aligator ne skloni u rupu u vrijeme zimskog perioda prijeti mu opasnost da ostane zarobljen ispod leda i da mu se na taj način onemogući disanje. Ako se to dogodi oni pokušavaju držati vrh njuške izvan vode tako da ukoliko dođe do smrzavanja tijela ispod leda, disanje bude omogućeno.

Vrste koje žive u tropskim krajevima moraju se boriti sa velikim sušama, pa i ove vrste kopaju tunele u tlu u koje se sakrivaju za vrijeme visokih temperatura zraka kako bi zadržali optimalnu temperaturu tijela.

5.9. DISANJE

Krokodili dišu kroz nosne otvore smještene na samom vrhu njuške, sa gornje strane glave. To je prilagodba na semiakvatički način života. Naime, krokodili udišu atmosferski kisik, iako pokušavaju tijelo održati ispod površine vode. To im je također prilagodba i na predatorski način života zato što na taj način bivaju sakriveni ispod vode, pa se mogu gotovo neprimjetno približiti plijenu. Da bi mogli istovremeno biti ispod vode i pritom udisati atmosferski zrak, morala se razviti struktura koja u potpunosti odvaja usni i respiratorni prolaz. Ta je struktura nazvana sekundarno nepce koje se razvilo produženjem ossi palatinum,

ossi maxillare i ossi pterygoideum. (sl. 12) Prema tome to je jedna koštana struktura koja omogućava da zrak prolazi iz atmosfere kroz nosne otvore do dušnika, a da su usta pri tom ispod vode. Problem koji bi se pritom mogao javiti je ulazak vode kroz usta do dušnika (što bi izazvalo tonjenje) s obzirom da krokodili ne mogu nikada potpuno zatvoriti usta jer nemaju usnice. Stoga se razvio mesnati nabor (kombinacijom glotisa i brahijalnog zaliska) koji onemogućava prolazak vode kada su usta potopljena.



Slika 12. Sekundarno nepce

(Alderton (1998.): Crocodiles and Alligators of the World)

Kao još jednu od prilagodbi disanju možemo spomenuti i dijafragmu. Ona je još uvijek prilično primitivna, sastavljena od vezivnog tkiva, pričvršćena na jetru, a kontrolirana je mišićima koji su povezani na pelvične kosti (kosti zdjelice). Izdisaj je potaknut djelomično vodenim pritiskom, a djelomično aktivnosti međurebrenih mišića, dok je za udisaj potrebno primijeniti samo mišićnu aktivnost.

Pluća i plućne alveole su im vrlo dobro razvijene što je u evolucijskom pogledu prilagodba na udisanje atmosferskog zraka.

5.10. **MOKRAĆNI I SPOLNI SUSTAV**

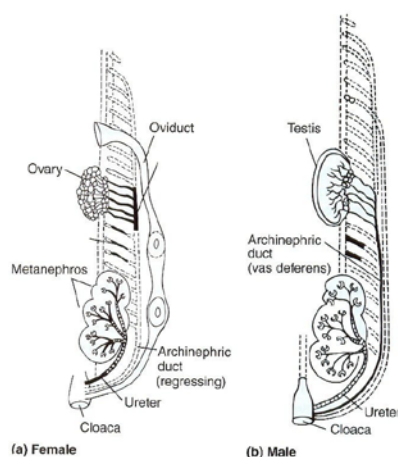
Kod gmazova su mokraćni i spolni sustav u potpunosti odvojeni. Po prvi puta se pojavljuje pravi bubreg (metanephros).

Kod mužjaka s dorzalne strane nalazimo par bubrega (nephri), s čije se dorzalne strane pruža mokraćovod (ureter) koji se otvara u urodeumu nečisnice. Mokraćni mjehur (vesica

urinalis) nastaje kao izbočenje nečisnice. Što se spolnog sustava tiče, njega čine dva sjemenika (testes) pridržana naborom potrbušnice (mesorchium). Bočno uz svaki sjemenik nalazi se nuzsjemenik (epididymis) na koji se nastavlja sjemenovod (vas deferens), a on se otvara u nečisnici. Krokodili imaju unutrašnju oplodnju, koja se odvija uz pomoć hemipenisa (kopulatorni organ). Kod krokodila se pojavljuje samo jedan hemipenis.

Kod ženke mokraćni je sustav građen jednako kao i kod mužjaka. Spolni sustav ženke čine dva jajnika (ovaria) pridržana naborom potrbušnice (mesovarium). Od njih vode jajovodi (oviductus) koji se otvaraju otvorom jajovoda (ostium tubae) u tjelesnu šupljinu, a završavaju u nečisnici. (sl. 13)

Što se ekskrecije tiče, krokodilima je kao semiakvatičkim životinjama dostupna voda, tako da oni izlučuju amonijak.



Slika 13. Mokraćni i spolni sustav ženke i mužjaka

(Predavanja za internu upotrebu)

6. RAZMNOŽAVANJE

Kod krokodila postoji spolni dimorfizam. On se očituje u veličini: mužjaci su značajno veći od ženki. Smatra se da je taj proces pod hormonalnom kontrolom. Mužjaci također rastu brže od ženki tako da brže postižu i spolnu zrelost.

Vrlo je zanimljiv sam čin udvaranja. Započinju ga mužjaci u travnju, a traje i u svibnju. U tom razdoblju se i mužjaci i ženke pojačano glasaju, obično tonovima visokih frekvencija. Isto tako glasno udaraju glavom o površinu vode. Nakon tog dužeg udvaranja, slijedi odgovor ženke. Ženka prihvatanje pokazuje nježnim lupkanjem mužjaka u područje vrata. Ovaj proces traje oko 2-3 sata. U konačnici, mužjak se popne na ženku i počinje kopulacija. Oplođnja je unutrašnja, a događa se uz pomoć hemipenisa. Mužjaci su obično fertilni oko mjesec dana u vrijeme razmnožavanja.

Krokodili su oviparne životinje, što znači da polažu jaja iz kojih se liježu mladi. Ženke obično polažu jaja u staništa na kopnu i to na više lokacija. Razlog tome je taj što bi neko od staništa moglo biti uništeno (zbog uvjeta ili od strane predatora), pa se na ovaj način omogućuje da barem neki mladunci prežive. Nastambe u koje ženke polažu jaja mogu biti podzemne ili nadzemne. Da bi se mladi mogli izležiti iz jaja bitna je optimalna temperatura, stoga nastambe služe tome da bi se stvorili povoljni uvjeti. Uvjeti su različiti s obzirom na geografsko područje, te oni ograničavaju razdoblje u kojem jaje može biti izlegnuto.

Kod krokodila se pojavljuje fenomen koji se naziva TDS (od temperature-dependent sex). To zapravo znači da je spol mladunaca određen temperaturom. Krokodilska jaja nemaju spolne kromosome, pa je zbog toga ovakvo određivanje spola moguće. Ako je temperatura gnijezda ispod 32°C, mladi će biti ženskog roda, a ako je temperatura iznad te vrijednosti, izležiti će se mužjaci. Zanimljivo je da je raspon vrijednosti u kojem će se pojavljivati oba spola samo 1°.

6.1. ZANIMLJIVI PRIMJERI GRADNJE GNIJEZDA:

Ženka kajmana, *Paleosuchus trigonatus*, polaže jaja u blizini termitskog naselja. Udaljenost na koju se jaja polažu je točno određena tako da temperaturni uvjeti budu optimalni za razvoj mladih. Naselje termita služi kao 'pomoćni generator topline'. Nerijetko iskoristi isto gnijezdo i nekoliko puta.

Ženka američkog aligatora, *Alligator mississippiensis*, gradi nadzemna gnijezda. Ona najprije očisti vegetaciju na mjestu gdje će graditi gnijezdo, a zatim na to mjesto naslaže ostatke vegetacije: grane, lišće i neke druge ostatke koje dopremi ustima, te nakon toga to

kompresira težinom vlastitog tijela. U središtu nastale nastambe iskopa rupu u koju zatim ubaci blato i vodenu vegetaciju. Nakon toga izdubi još jednu rupu i u nju polaže jaja. Gradnja gnijezda i polaganje jaja događa se noću. Polaganje jaja traje oko 30 min, a nakon toga ženka ostane u blizini i štiti jaja.

6.2. *BRIGA O MLADIMA:*

Mladi krokodili se počinju glasati još iz jajeta. To je glasanje dovoljno glasno da dozove jednog ili oba roditelja, koji dolaze te svojim ustima ili nogama oslobađaju jaja iz gnijezda. Ponekad roditelji čak oslobađaju mlade iz jajeta polako probijajući ljusku zubima. Nakon što mladi izađu iz jajeta, majka ih u ustima nosi do vode i tamo ih ispušta. Mladunci ostaju uz majku 2-3 godine, ovisno o vrsti. U tom periodu oni se mogu samostalno hraniti i loviti manji plijen, tako da su što se tiče nutrijenata neovisni. Međutim, oni su zapanjujuće mali, tako da su vrlo često ugroženi od strane predatora, a upravo je i to razlog tako duge povezanosti s majkom. Majke postaju vrlo agresivne u tom razdoblju.

7. PREDATORSTVO

Krokodili su majstori predatorstva; vrlo su strpljivi lovci i obično čekaju najbolju priliku za napad. Snažno tijelo, ogromne čeljusti, dobra kamuflaža, karakteristike su ovih izvrsnih lovaca. Plijen love iz zasjede. Njihovo je tijelo sakriveno pod vodom, te samo oči i nosnice vire izvan vode. Tako kamufliran, krokodil promatra kretanje plijena, strpljivo čekajući da plijen dođe dovoljno blizu za napad. Kad se plijen približi krokodil napada brzo i velikom snagom. Što se tiče prehrane krokodili su oportunisti, tako da predstavljaju potencijalnu opasnost za gotovo sve životinje. (sl. 14)

Ako je plijen velika kopnena životinja, tada krokodil snažnim ugrizom uhvati plijen. Ugriz je dovoljno snažan da oslabi životinju, te je krokodil tada odvlači u dublju vodu gdje se ona utopi. Nakon toga krokodil rotira u različitim smjerovima sve dok ne otkine komad mesa sa plijena i cijelog ga proguta.

Plijen može biti i ptica. Iako one mogu odletjeti ako se osjete ugroženima, krokodil može iskočiti gotovo vertikalno iz vode i uhvatiti pticu.

Postoji i posebna strategija za ulov ribe. Krokodil polako pliva prema obali pokušavajući natjerati plovu u plićak. Nakon toga se približava plićaku i 'čisti' prostor između svog tijela i obale. Kada ulovi ribu, polako je baca od prednjeg dijela čeljusti prema otraga, a zatim je pokretom glave unatrag ubaci u usnu šupljinu.



Slika 14. Krokodil u lovu

(www.amedeophotography.com/?Crocodile_eating_w...)

8. PONAŠANJE

Već je spomenuto ponašanje krokodila za vrijeme razmnožavanja te brige za mlade. Međutim, i različite druge okolnosti mogu potaknuti krokodile na interakciju. Pa tako, recimo, može doći do isušivanja vodenog staništa. U tom slučaju puno se jedinki okupi na malom teritoriju, bez da dolazi do nekih učestalih sukoba. Vjerojatno su sukobi spriječeni zbog postojanja hijerarhije. Agresivniji postaju u sezoni parenja i tada teritorijalnost pokazuju čak i ženke.

Krokodili su razvili i nekakav oblik međusobne komunikacije. Vjerojatno prije komunikacije dolazi do prepoznavanja za što su zaslužna dva para žlijezda. Jedan par smješten je u ustima, a drugi u blizini kloake. Iz tih se žlijezda oslobađaju mirisi na temelju

kojih se krokodili prepoznaju kao jedinke iste vrste. Glasanje odraslog krokodila slično je rici lava.

Jedan od oblika komunikacije je i udaranje repom ili glavom o površinu vode. Ovo se glasanje ostvaruje tako da krokodil otvori usta i zatim prilikom zatvaranja lupi donjom čeljusti o vodu. Osim odjeka koji se tako proizvede, nastaje i infrazvuk pod vodom, koji je gotovo nečujan, ali se može širiti na velike udaljenosti.

9. STANIŠTE I PREHRANA

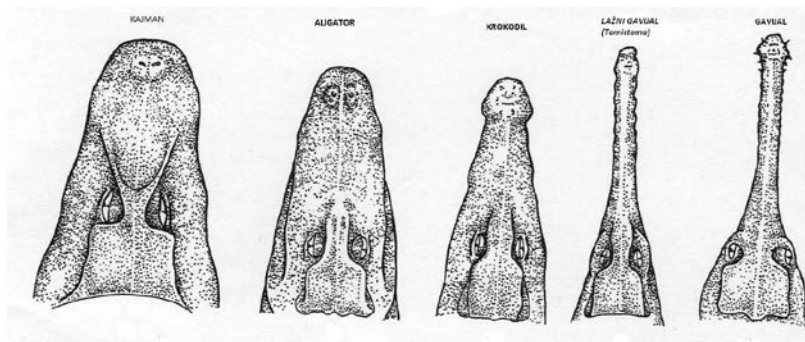
Današnji krokodili žive semiakvatičkim načinom života. Najveći dio vremena provode u vodi pa su razvili neke prilagodbe tom vodenom okolišu: mogu zadržati zrak 4-15 min jer ne troše puno energije, imaju posebne poklopce za nosne i slušne otvore koji ih hermetički zatvaraju kada je krokodil pod vodom, imaju posebnu membranu – migavicu, koja štiti oči pod vodom, osjetila dodira i vibracija omogućuju im detekciju plijena pod vodom. Najvjerojatnije ih je na ponovni povratak u vodu potaknula kompeticija s velikim sisavcima koji su se evolucijski bolje prilagodili životu na kopnu.

Naseljavaju vodena staništa kao što su močvare, ribnjaci, rijeke i jezera. Najčešće žive u slatkoj vodi, iako ih se može naći i u boćatim i slanim vodama, a samo jedna vrsta; *Crocodilus porosus* – morski krokodil, živi samo u slanoj vodi.

PRILAGODBA NA ŽIVOT U SLANOJ VODI - Krokodili imaju iza jezika smještene žlijezde čija je funkcija izlučivanje viška soli u obliku koncentrirane otopine NaCl-a. Iako ove žlijezde imaju svi krokodili (osim aligatora i kajmana), one su osobito važne za morskog krokodila koji čitav svoj život provede u moru. On, osim žlijezda, ima i nešto deblju kožu, koja sprečava bilo kakav gubitak tekućine osmozom.

Što se tiče geografske rasprostranjenosti, krokodili žive u tropskim i suptropskim područjima Afrike, Indije, Južne Azije, Australije, te u Sjevernoj, Centralnoj i Južnoj Americi. Samo dvije vrste aligatora žive i sjevernije, ali u područjima gdje su zime još blage. U prošlosti su zauzimali puno veća područja, ali promjene klime dovele su do njihova nestanka u Europi.

Već je spomenuto da su krokodili oportunisti. Jedu gotovo sve od kukaca i šišmiša do riba, morskih pasa, antilopa, pa čak i drugih gmazova. S obzirom na najčešći tip prehrane razlikujemo i nekoliko rodova koji su kao prilagodbu prehrani razvili specifičan oblik njuške.(sl. 15)



Slika 15. Specifični oblici njuške

(Pough (1998.): Herpetology)

10. SISTEMATIKA

10.1. POPIS VRSTA:

Gavijali (*Gavialidae*)

1. *Gavialis gangeticus* - indijski gavijal

Pravi krokodili (*Crocodylidae*)

2. *Crocodylus porosus* - morski krokodil

3. *Crocodylus niloticus* - nilski krokodil

4. *Crocodylus rhombifer* - kubanski krokodil

5. *Crocodylus acutus*

6. *Crocodylus intermedius* - orinoški krokodil

7. *Crocodylus palustris* - močvarni krokodil

8. *Crocodylus siamensis* - sijamski krokodil

9. *Crocodylus mindorensis* - filipinski krokodil

10. *Crocodylus moreletti*

11. *Crocodylus novaeguinea* - novogvinejski krokodil

- 12. *Crocodylus johnsonii* - australski krokodil
- 13. *Crocodylus cataphractus* - oklopljeni krokodil
- 14. *Ostaeolaemus tetraspis* - patuljasti krokodil
- 15. *Tomistoma schlegelii* - sundski gavijal ili "lažni gavijal"

Aligatori (*Alligatoridae*)

- 16. *Alligator mississippiensis* - američki aligator
- 17. *Alligator sinensis* - kineski aligator
- 18. *Caiman crocodilus* - kajman naočar
- 19. *Caiman latirostris*
- 20. *Caiman yacare*
- 21. *Melanosuchus niger*
- 22. *Paleosuchus trigonatus*
- 23. *Paleosuchus palpebrosus*

Iako postoje nesuglasice što se tiče srodnosti unutar reda *Crocodylia*, danas se ipak govori o tri osnovne porodice: *Alligatoridae*, *Crocodylidae* i *Gavialidae*. Najveća dilema javlja se oko svrstavanja roda *Tomistoma* iz razloga što se on prema istraživanju morfoloških karakteristika svrstava u porodicu *Crocodylidae*, ali neke molekularne varijacije ukazuju na srodnost predaka rodova *Tomistoma* i *Gavialis*. Najvjerojatnije je da će po novoj sistematici ova dva roda biti svrstana zajedno.

10.2. PREGLED PORODICA:

10.2.1. Porodica *Alligatoridae*

Riječ aligator potječe od Španjolske riječi *el lagarto* što u prijevodu znači gušter, a tu su riječ španjolski istraživači iskoristili kao ime za ovu skupinu. Pripadnici ove porodice su aligatori i kajmani.

Jedinke ove skupine imaju široku njušku i razvijenu preciznu okluziju, odnosno zubi donje čeljusti dobro se uklapaju u mjesta za to predviđena u gornjoj čeljusti. Prema tome,

kada su im usta zatvorena, vidljivi su samo zubi gornje čeljusti. To je ujedno i važna morfološka značajka koja omogućuje prepoznavanje porodice.

U ovoj porodici nalazimo neke od najvećih recentnih vrsta kao što je npr. *Caiman niger* – crni kajman, koji može doseći veličinu i više od 6 metara, te neke od najmanjih recentnih vrsta poput roda *Paleosuchus* koji je manji od 1,7 metara.

Sve vrste nastanjuju južna područja Sjeverne Amerike, Srednju i Južnu Ameriku, dok kineski aligator živi na području istočne Kine. Obitavaju u velikim rijekama, lagunama i močvarama izuzev dvije vrste unutar roda *Paleosuchus* koje naseljavaju potoke u područjima gustih šuma u Amazoni. Hrane se pretežito velikim plijenom kao što su veći kopneni sisavci.

10.2.2. Porodica Crocodylidae

Jedinke koje spadaju u ovu grupu imaju njušku karakterističnog "V" oblika, a četvrti zub donje čeljusti im ne sjeda dobro u udubinu na gornjoj čeljusti, te je zbog toga vidljiv kada su usta zatvorena. Ovo je karakteristika koja po kojoj se može prepoznati ova porodica.

U ovu grupu spada *Crocodylus porosus* – morski krokodil, koji je vjerojatno najveća jedinka unutar reda *Crocodylia*, a može doseći dužinu preko sedam metara.

Nastanjuju Afriku i Madagaskar, Aziju, od Irana do Indonezije i Nove Gvineje, Australiju, američki kontinent od južnog Meksika do sjevernog područja Južne Amerike, kao i južnu Floridu te Karibe. Ova porodica pokazuje izrazitu toleranciju na slanost vode, pa tako podjednako obitava u slatkim i u bočatim obalnim vodama. Hrane se ribom i drugim morskim organizmima, ali isto tako i nekim manjim sisavcima.

10.2.3. Porodica Gavialidae

Odlika ove skupine je da jedinke imaju vrlo izdužene i uske njuške s velikim brojem zubi, što je specijalizacija za hranjenje prvenstveno ribom.

Rod *Gavialis* je vjerojatno najviše akvatična skupina krokodila koja posjeduje relativno snažne udove koji joj omogućuju život u vrlo brzim tekućicama. Obitavaju blizu velikih riječnih sustava na sjevernom području indijskog potkontinenta.

11. UGROŽENOST

Danas na Zemlji žive još samo 23 vrste krokodila. Mnogo je vrsta kroz povijest izumrlo, a i danas živuće su ugrožene. Do smanjenja populacija dovode brojni čimbenici, a jedan od njih je i predatorstvo. Jaja i mladunci najlakše stradavaju, iako su ugrožene i velike jedinke od predatora kao što su jaguar, anakonda, vodenkonj, slonovi i nosorozi. Jaja i mladunci najčešće završavaju kao hrana, dok će odrasli krokodil biti napadnut ako predstavlja prijetnju. Primjer je vodenkonj koji je, što se prehrane tiče, biljojed, ali napast će krokodila ako osjeti da je njegovo mlado ugroženo. Populaciju smanjuje i kanibalizam koji se najčešće susreće kod mladih krokodila, a javlja se najvjerojatnije na prenapučenim mjestima zbog kompeticije za hranom. Smrt može izazvati i borba odraslih krokodila koji su agresivni u vrijeme sezone parenja. Ovi oblici ugroženosti prirodna su pojava i ne možemo ih smatrati glavnim uzrokom smanjenja brojnosti populacija.

Daleko najveći neprijatelj krokodila je čovjek. Upotreba u komercijalne svrhe kako zbog kože tako i zbog mesa, fragmentacija i uništavanje staništa, gradnja prometnica u blizini njihovih obitavališta (na kojima oni vrlo često stradavaju), premašuju prirodne mogućnosti krokodila za obnavljanjem populacija.

Danas se promiče zaštita ove vrijedne skupine. Mnoge vrste krokodila uvrštene su u 'Knjigu ugroženih vrsta SAD-a'. Osim toga potiče se i povećanje populacija farmama krokodila. Više informacija o njihovom statusu može se pronaći na službenim stranicama IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>) i CITES (<http://www.cites.org/>).

12. POPIS LITERATURE

- 1) Alderton, D. (1998.): Crocodiles and Alligators of the World, Sterling Publisher Company Incorporated
- 2) Joung, J.Z. (1981., reprint 1995.): The life of Vertebrates, 3th Edition, Claredon Press, Oxford, 276. – 290.
- 3) Pough, F.H./Janis, C.M./Heiser, J.B. (2005.): Vertebrata Life, 7th Edition, Prentice-Hall International, London, 367. – 377.
- 4) Pough, F.H./Andrews, R. M./ Cadle, J. E./Crump, L.M./Savitsky, A.L/Wells, K.D. (1998.) : Herpetology, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 149. – 155.
- 5) Mrakovčić, M.: Predavanja za internu upotrebu, kolegij: Kralješnjaci
- 6) Praktikum iz zoologije kralješnjaka: Skripta za internu upotrebu (2008.), Zagreb
- 7) <http://www.absoluteastronomy.com/topics/Crocodylia>
- 8) www.amedeophotography.com/?Crocodile_eating_w...
- 9) www.britannica.com
- 10) <http://commons.wikimedia.org>
- 11) www.exzoobrance.com/.../crocodile/crocodile.htm
- 12) <http://www.flmnh.ufl.edu/cnhc/> - CROCODYLIANS NATURAL HISTORY AND CONSERVATION
- 13) <http://www.floridanature.org/order.asp?order=Crocodylia>
- 14) http://greatneck.k12.ny.us:16080/GNPS/SHS/dept/science/krauz/marino_bio_notes/Gators_Crocs_Hippos.htm
- 15) http://www.infovisual.info/02/023_en.html
- 16) <http://www.ucmp.berkeley.edu/diapsids/archomm.html> - ARCHOSAURIA: MORE ON MORPHOLOGY

13. SAŽETAK

Krokodili su se pojavili prije oko 240 milijuna godina. U početku su bili male kopnene životinje. Poboljšanje klime omogućilo im je da se razviju u puno veće oblike poput *Deinosuchusa* koji je dosezao veličinu do 13m. Međutim, klima se mijenjala isto kao i položaj kontinenata što je navelo krokodile da se prilagode novonastalim uvjetima. Recentni krokodili su životinje veličine do 7m i najveći su živući gmazovi.

Unutar razreda *Reptilia* odlikuju se nekim specifičnim anatomskim osobinama koje su se razvile kao prilagodbe predatorstvu i semiakvatičkom načinu života. Snažna čeljust, sekundarno nepce, četverodijelno srce, dijafragma, mehanizam zakiseljavanja probavnih sokova, neke su od njih. Važnu ulogu tu također imaju i specifični oblici ponašanja koji najviše do izražaja dolaze prilikom termoregulacije, razmnožavanja i vrebanja plijena.

Od nekada puno brojnijeg reda, danas žive još samo 23 vrste koje su raspoređene u tri porodice: *Alligatoridae*, *Crocodylidae* i *Gavialidae*, čiji se areal rasprostranjenja proteže tropskim i suptropskim područjima.

Djelovanje čovjeka sve više ugrožava ovu zanimljivu skupinu životinja koja čini posljednje ostatke mezozojske faune. Bilo bi šteta ne djelovati i tako dopustiti da nestanu jedini živući suvremenici dinosaura.

14. SUMMARY

Crocodiles had turned up on our planet 240 million years ago. At first they were small land animals, yet the enhancement of world climate enabled them to grow into much bigger forms like *Deinosuchusa*, whose length reached up to 13 meters. However, climate gradually changed and so did the position of continents, which made crocodiles adapt to new life conditions. Crocodiles today measure up to 7 meters and are the largest living reptiles on Earth.

Within *Reptilia* class are a few specific anatomical characteristics that are adaptations to the predatorian and semi-aquatic way of life. A strong jaw, secondary palate, four – chambered heart, diaphragm and a gastric acid – making mechanism are just a few of them. Specific kinds of behaviours, that are best seen at the processes of thermoregulation, breeding and stalking of prey, also play a very important role.

Formerly a more numerous order, today is counting only 23 species that are divided into three families: *Alligatoridae*, *Crocodylidae* and *Gavialidae*, which live in the tropical and subtropical lands.

Man's actions more and more endanger this interesting specie that makes the last remains of the mezozoic fauna. It would be a shame not to act and let only remaining dinosaurs' contemporaries decay.